

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-44408

(43) 公開日 平成7年(1995)2月14日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 11/00	3 5 0 Q			
1/20				
1/04	3 0 1 B	7165-5B		
15/78	5 1 0 K			
			G 0 6 F 1/00	3 6 0 D
			審査請求 未請求	請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平5-184631

(22) 出願日 平成5年(1993)7月27日

(71) 出願人 000136136

株式会社ピーエフユー

石川県河北郡宇ノ気町宇野気ヌ98番地の  
2

(72) 発明者 三宅 義久

石川県河北郡宇ノ気町宇野気ヌ98番地の  
2 株式会社ピーエフユー内

(74) 代理人 弁理士 長澤 俊一郎 (外1名)

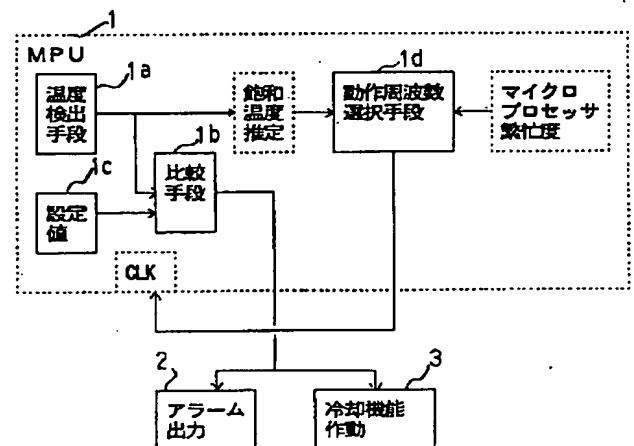
(54) 【発明の名称】 内部に温度検出機能を備えたマイクロプロセッサ

## (57) 【要約】

【目的】 MPUの最大ジャンクション温度ぎりぎりの性能を引き出すことができ、使用中にMPUへの塵の堆積、冷却ファンの性能の劣化等がでた場合であっても、MPUのジャンクション温度を保証することができるようにすること。

【構成】 MPU 1 の内部の温度が温度検出手段 1 a により検出され、比較手段 1 b は MPU 1 の内部温度が設定値 1 c より高くなると出力を発生し、アラームを出力したり、冷却ファン等の冷却機能を作動させる。また、動作周波数選択手段 1 d は MPU の内部温度もしくはその内部温度により推定された飽和温度に基づき MPU の動作周波数を選択し、MPU 1 を選択された動作周波数で動作させる。また、MPU 1 の動作が暇なときに動作周波数を低下させ、動作が忙しくなったとき動作周波数が高くなるように、動作周波数を MPU の繁忙度に応じて変化させることもできる。

本発明の原理ブロック図



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 マイクロプロセッサ機能を備えた L S I (1) の内部に、温度検出手段 (1a) と、温度検出手段 (1a) により検出された温度と所定の設定値 (1c) とを比較する比較手段 (1b) とを設け、

温度検出手段 (1a) により検出された温度が上記設定値 (1c) を越え、比較手段 (1b) が出力を発生したときアラーム信号 (2) を発生させることを特徴とする内部に温度検出機能を備えたマイクロプロセッサ。

【請求項 2】 マイクロプロセッサ機能を備えた L S I (1) の内部に、温度検出手段 (1a) と、温度検出手段 (1a) により検出された温度と所定の設定値 (1c) とを比較する比較手段 (1b) とを設け、

温度検出手段 (1a) により検出された温度が上記設定値 (1c) を越え、比較手段 (1b) が出力を発生したときファン等の冷却機能 (3) を動作させることを特徴とする内部に温度検出機能を備えたマイクロプロセッサ。

【請求項 3】 マイクロプロセッサ機能を備えた L S I (1) の内部に、温度検出手段 (1a) と、温度検出手段 (1a) により検出された温度、もしくは、該温度より求めた飽和温度に基づきマイクロプロセッサの動作周波数を選択する動作周波数選択手段 (1d) とを設け、

動作周波数選択手段 (1d) により選択された動作周波数でマイクロプロセッサを動作させることを特徴とする内部に温度検出機能を備えたマイクロプロセッサ。

【請求項 4】 マイクロプロセッサの繁忙度に応じて動作周波数選択手段 (1d) により選択されるマイクロプロセッサの動作周波数を変化させることを特徴する請求項 3 の内部に温度検出機能を備えたマイクロプロセッサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、内部に温度検出機能を持つマイクロプロセッサ（以下MPUという）に関し、特に本発明は、MPUの使用環境等が変化しても、MPUのジャンクション温度を保証して、MPUの最大性能を引き出すことができるMPUに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 MPUの温度が上昇すると、MPUが誤動作したり、最悪の場合にはMPUが破壊するなど、MPUの信頼性が低下する。このため、従来から、MPUを搭載したボード等に温度検出手段を設けてMPU周辺の温度を検出し、温度が異常に上昇した場合にシステムの動作を停止させる等の対策を講じていた。

【0003】 図4は上記した従来例を示す図であり、同図において、101はMPUを搭載したCPUボード、102はMPU、103はインタフェースLSI等のLSI、104は温度検出部である。同図において、周囲温度の上昇、MPUへの塵の堆積、冷却ファンの停止などにより、CPUボードの温度が上昇すると、温度検出部104が温度上昇を検出する。そして、温度が予め設

2

定された温度より上昇したとき、警報を出力したり、あるいはシステムの動作を停止させていた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上記した従来技術では、CPUボード101に温度検出手段104を設けており直接MPU102の温度を検出していないため、MPUの正確な温度を把握することができなかつた。このため、温度検出部104の設定値に余分のマージンを設ける必要があり、MPUの実際の温度が誤動作する温度まで至っていないにもかかわらず、警報出力が発生したり、システムが停止したりする場合があります、システムの信頼性を低下させていた。

【0005】 本発明は上記した従来技術の問題点を解決するためになされたものであって、MPUの最大ジャンクション温度ぎりぎりの性能を引き出すことができ、また、使用中にMPUへの塵の堆積、冷却ファンの性能の劣化等がでた場合であっても、MPUのジャンクション温度を保証することができるMPUを提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 図1は本発明の原理ブロック図である。同図において、1はMPU、1aはMPU内部の温度を検出する温度検出手段、1bは温度検出手段1aの出力と設定値1cを比較する比較手段、1dは温度検出手段1aにより検出された温度、もしくは、その温度から推定した飽和温度からMPUの動作周波数を選択する動作周波数選択手段、2はアラーム出力、3はMPUが搭載されボード等を冷却するファンなどの冷却機能である。

【0007】 上記課題を解決するため、本発明の請求項1の発明は、図1に示すように、MPUの内部に、温度検出手段1aと、温度検出手段1aにより検出された温度と所定の設定値1cとを比較する比較手段1bとを設け、温度検出手段1aにより検出された温度が上記設定値1cを越え、比較手段1bが出力を発生したときアラーム信号2を発生させるように構成したものである。

【0008】 本発明の請求項2の発明は、MPUの内部に、温度検出手段1aと、温度検出手段1aにより検出された温度と所定の設定値1cとを比較する比較手段1bとを設け、温度検出手段1aにより検出された温度が上記設定値1cを越え、比較手段1bが出力を発生したときファン等の冷却機能3を動作させるように構成したものである。

【0009】 本発明の請求項3の発明は、MPUの内部に、温度検出手段1aと、温度検出手段1aにより検出された温度、もしくは、該温度より求めた飽和温度に基づきMPUの動作周波数を選択する動作周波数選択手段1dとを設け、動作周波数選択手段1dにより選択された動作周波数でMPUを動作させるように構成したものである。

50

## 3

【0010】本発明の請求項4の発明は、請求項3の発明において、MPUの繁忙度に応じて動作周波数選択手段1dにより選択されるMPUの動作周波数を変化させるように構成したものである。

## 【0011】

【作用】図1において、MPU1の内部の温度が温度検出手段1aにより検出される。比較手段1bは温度検出手段1aにより検出されたMPU内部温度と、設定値1cを比較する。MPU1の内部温度が設定値1cより高くなると、比較手段1bが出力を発生し、アラームを出力したり、冷却ファン等の冷却機能を作動させる。また、温度検出手段1aにより検出された温度、もしくは、その温度より推定したMPU内部の飽和温度が動作周波数選択手段1dに与えられ、動作周波数選択手段1dは上記温度もしくは推定された飽和温度に基づきMPUの動作周波数を選択する。その結果、MPU1はその内部温度もしくは飽和温度に応じた周波数で動作し、例えば、MPUの温度が上昇した場合には、MPU1の動作周波数が低くなり、MPU1の温度上昇を低下させる。

【0012】また、動作周波数選択手段1dにおいて、MPU1の動作が暇なときに動作周波数を低下させ、動作が忙しくなったとき動作周波数が高くなるように、動作周波数をMPUの繁忙度に応じて変化させることもできる。本発明の請求項1および請求項2の発明においては、上記のように、MPU内部に温度検出手段1aを設け、温度検出手段1aにより検出された温度が上記設定値1cを越え、比較手段1bが出力を発生したときアラーム信号2を発生させたり、冷却ファン等の冷却機能を作動させるように構成したので、MPU1の内部温度に基づき、アラーム等が発生させることができ、従来例のように、設定値に余分のマージンを設ける必要がなく、MPU1の最大性能を引き出すことが可能となる。

【0013】本発明の請求項3の発明においては、MPU1の内部に設けた温度検出手段1aにより検出された温度、もしくは、該温度より求めた飽和温度に基づきMPUの動作周波数を選択し、選択された動作周波数でMPUを動作させるように構成したので、請求項1、請求項2の発明と同様、MPU1の最大性能を引き出すことが可能となるとともに、MPUの周囲環境、使用環境等が変化した場合でも、MPUの動作を保証することができる。

【0014】本発明の請求項3の発明においては、請求項3の発明において、MPUの繁忙度に応じてMPUの動作周波数を変化させるように構成したので、MPUの処理が忙しいときに、MPUの使用可能温度の上限内で、MPUの速度を最大限まで速くすることができ、MPUの使用状態に応じたMPUの最大性能を引き出すことが可能となる。

## 【0015】

## 4

【実施例】図2は本発明の実施例のMPU内部のブロック図を示す図である。同図は、本実施例の構成のみを示したものであり、同図では、MPUが本来具備する演算処理機能等は省略されている。同図において、R1は抵抗、Rsは例えばサーミスタ、ダイオード等の温度に応じて抵抗値の変化する温度検出素子であり、抵抗R1と温度検出素子Rsの直列体の一端が電源ラインに接続され他端が接地側に接続されている。11aは、抵抗R1と温度検出素子Rsの接続点のアナログ電圧をデジタル量に変換するA/D変換器、11bは温度変換用テーブルであり、温度変換用テーブル11bには、抵抗R1と温度検出素子Rsの接続点の電位に対応した温度が記憶されている。

【0016】11cは上記した温度変換用テーブル11bを参照してMPU内部の温度を求める温度検出手段、11dは温度検出手段11cにより求めた温度と予め設定された設定値11eとを比較して警報出力等が発生する比較手段、11fは温度上昇推定処理手段であり、温度上昇推定処理手段11fは温度検出手段11cにより求めたMPUの内部温度をメモリ11gに記憶し、その温度上昇カーブからMPUの飽和温度を推定する。

【0017】11hは最大動作周波数選択手段であり、最大動作周波数選択手段11hは、温度とその温度に対応したMPUのクロック周波数を記憶した周波数変換テーブル11iを参照して、MPUのクロック周波数を求める。また、11kはMPU11の割込みレベルの深さや処理ルーチンの部位等によりMPUの繁忙度を検出する繁忙度検出手段である。

【0018】12はクロック制御回路であり、クロック制御回路12は最大動作周波数選択手段11hの出力に応じた周波数のクロック信号を出力し、MPUのクロック端子11jに供給する。また、13は警報手段、14はCPUポート等を冷却する冷却ファンである。図3は本実施例のMPUにおける処理を示す図であり、同図を参照して本実施例の動作を説明する。

【0019】MPU11は所定のサンプリング周期で、あるいは、通常処理の空き時間等を利用して、抵抗R1と温度検出素子Rsの接続点の温度を取り込んで、A/D変換器11aによりデジタル信号に変換する（図3のステップS1、S2）。温度検出手段11cは温度変換用テーブル11bを参照してA/D変換器11aにより変換されたデジタル信号に基づきMPUの内部温度を算出する（ステップS3）。

【0020】温度検出手段11cにより算出された温度は、比較手段11dにおいて、温度設定値11eと比較され、MPUの内部温度が設定値を越えると、比較手段11dが出力を発生し、警報手段13により警報出力が発生するとともに、冷却ファン14を起動して冷却する。また、冷却ファンが動作している場合には、その回転数を多くしたり、あるいは、予備の冷却ファンを駆動

5

するなど、冷却風量を増加する（ステップ S 8、ステップ S 9）。

【0021】また、温度検出手段 11c により算出された MPU の内部温度は、MPU が内部エラーを検出するために実行する障害検出ルーチンのデータとして使用することができる。一方、温度検出手段 11c の出力は温度上昇推定処理手段 11f に与えられ、温度上昇推定処理手段 11f は MPU の内部温度をメモリ 11g に記憶し、その温度上昇カーブから所定時間毎に MPU 内部の飽和温度を推定する（ステップ S 5）。

【0022】飽和温度を推定する手法としては、温度  $\theta$  は一般に  $\theta = K(1 - e^{-t/T})$  [T は時定数] で上昇するので、例えば、温度上昇カーブより最小自乗法等により上記式のパラメータを求め、求めたパラメータより飽和温度を推定する等の手法を採ることができる。温度上昇推定処理手段 11f により求めた推定温度は、最大動作周波数選択手段 11h に与えられ、最大動作周波数選択手段 11h は周波数変換テーブル 11i を参照して、飽和推定温度と MPU の使用可能温度との差と現在の MPU の動作周波数から MPU の最大動作周波数を求める（ステップ S 6）。

【0023】例えば、飽和推定温度と MPU の使用可能温度との差が大きく、MPU の温度上昇が許容できる場合には、MPU の動作周波数を現在の周波数より高くし、飽和推定温度が MPU の使用可能温度より高くなった場合には、MPU の動作周波数を現在の周波数より低くする。また、飽和推定温度が異常に上昇した場合には、MPU の動作周波数を 0 として、MPU の動作を停止させる。

【0024】さらに、MPU の繁忙度に応じて、MPU の動作周波数を定めることもできる。すなわち、MPU の割込みレベルの深さや処理ルーチンの部位から MPU の繁忙度を求める手段 11k を設け、MPU の動作が暇なときには、MPU の動作周波数を低下させて MPU の温度の低下を図り、MPU の動作が忙しくなったときには、MPU の動作周波数を上昇させ、MPU の処理速度が速くなるようにすることができる。なお、この場合においても、MPU 内部の温度が上昇した場合には、動作周波数を下げ、MPU 自身の誤動作や信頼性の低下に至らないようにする。

【0025】上記のように動作させることにより、MPU の動作が暇なときに MPU の内部温度を低下させることができるので、MPU の動作が忙しくなったとき、通常の場合より一層 MPU の動作周波数を上昇させることができる。その結果、MPU の動作が忙しくなったとき、MPU の使用可能温度の上限内で、MPU の速度を最大限まで速くすることができ、MPU の最大性能を引き出すことが可能となる。

【0026】最大動作周波数選択手段 11h により求めた MPU の動作周波数はクロック制御回路 12 に与えら

6

れ、クロック制御回路は最大動作周波数選択手段 11h により求められたクロック周波数で MPU を動作させる（ステップ S 7）。以上の動作は、MPU のソフトウェアにより実行することもできるし、また、上記動作を行うハードウェアを MPU 内部に設けることもできる。

【0027】なお、上記実施例においては、温度上昇推定処理手段 11f を設けて、MPU 内部の飽和温度を求めているが、温度上昇推定処理手段 11f を設けずに、温度検出手段 11c の出力により最大動作周波数を選択するように構成することもできる。また、上記実施例においては、テーブルを用いて温度を求めたり、MPU の最大動作周波数を求めているが、テーブルを用いずに数式により計算することも可能である。

【0028】さらに、上記実施例においては、警報手段を MPU の外部に設けているが、警報動作を MPU のソフトウェアにより実行することもでき、また、MPU の内部温度が設定値より上昇したとき、比較手段 11d の出力により MPU の動作を停止させるようにすることもできる。MPU の動作を停止させる手段としては、クロック周波数を止める以外に、MPU に HALT を掛けたり、あるいは、電源を遮断するなどの種々の手段を用いることができる。

【0029】

【発明の効果】以上説明したように、本発明においては、MPU の内部に温度検出手段を設け、上記温度検出手段により検出された温度に基づき、アラームを発生させたり、冷却機能を動作させたり、あるいは、MPU の動作周波数を低下させるように構成したので、従来例のように、設定値に余分のマージンを設ける必要がなく、MPU の最大性能を引き出すことが可能となる。また、MPU の周囲環境、使用環境等が変化した場合でも、MPU の動作を保証することができ、MPU の信頼性の向上を図ることができる。

【0030】さらに、MPU の繁忙度に応じてマイクロプロセッサの動作周波数を変化させることにより、MPU の使用可能温度の上限内で、MPU の速度を最大限まで速くすることができ、MPU の使用状態に対応した MPU の最大性能を引き出すことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の原理ブロック図である。

【図 2】本発明の実施例を示すブロック図である。

【図 3】本発明の実施例のフローチャートである。

【図 4】従来例を示す図である。

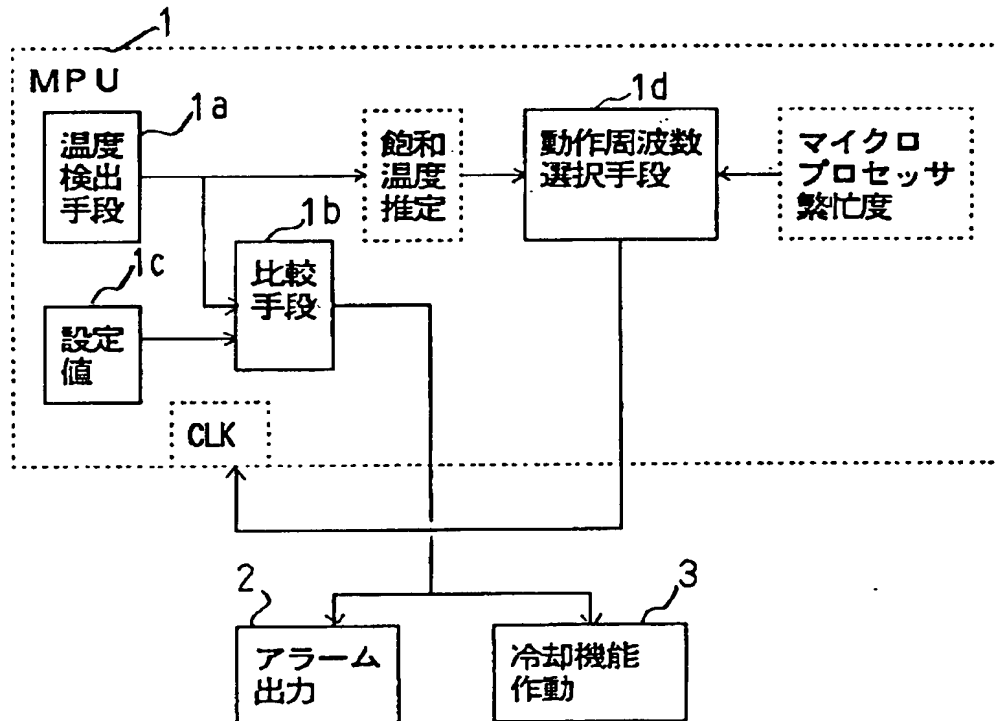
【符号の説明】

1	MPU
1 a	温度検出手段
1 b	比較手段
1 d	動作周波数選択手段
2	アラーム出力

3	7	冷却機能	* 1 1 i	8	周波数変換テーブル
1 1 a		A/D変換器	ル		MPUのクロック
1 1 b		温度変換用テーブル	1 1 j		繁忙度検出手段
ル			端子		クロック制御回路
1 1 c		温度検出手段	1 1 k		警報手段
1 1 d		比較手段	1 2		冷却ファン
1 1 f		温度上昇推定処理	1 3		抵抗
手段			1 4		温度検出素子
1 1 g		メモリ	R 1		
1 1 h		最大動作周波数選	10 R s		
択手段			*		

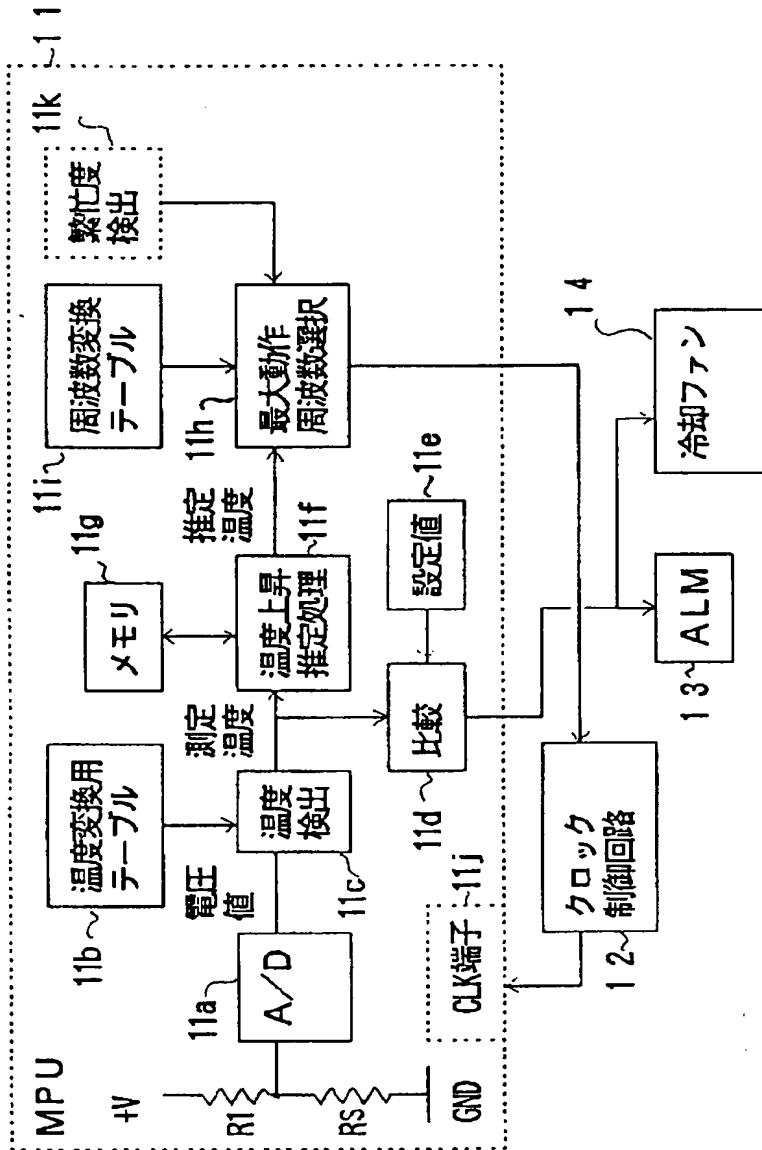
【図 1】

## 本発明の原理ブロック図



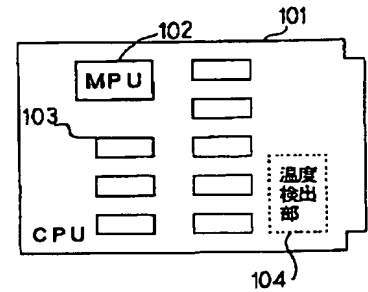
【図 2】

## 本発明の実施例を示すブロック図



【図 4】

## 従来例を示す図



【図3】

## 本発明の実施例のフローチャート

